

Пояснювальна записка
до дипломного проєкту
на тему: «Система вимірювання тепла для житлового
будинку»

Київ – 2020 року

ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ

№ з/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість листів	Примітка
1	A4		Завдання на дипломний проєкт	2	
2	A4	ДП ПМ6108.00.000 ПЗ	Пояснювальна записка	57	
3	A1	ДП ПМ6108.01.001 ТК	Схема системи вимірювання тепла для житлового будинку	1	
4	A1	ДП ПМ6108.00.002 ТК	Схема системи диспетчеризації	1	
5	A1	ДП ПМ6108.00.003 ТК	Алгоритм обробки даних	1	
6	A1	ДП ПМ6108.00.000 СК	Складальне креслення вузла теплового обліку	1	

				ДП ПМ6108.00.000 ВДП		
	ПІБ	Підп.	Дата			
Розробн.	Кучеренко Ю.В.			Відомість дипломного проєкту	Лист	Листів
Керівн.	Гришанова І.А.				1	1
Консульт.	Антонюк В.С.				КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. Приладобудування Гр. ПМ-61	
Н/контр.						
Зав.каф.	Киричук Ю.В.					

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут

імені Ігоря Сікорського»

Приладобудівний факультет

Кафедра Приладобудування

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність – 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Освітньо-професійна програма «Комп'ютерно-інтегровані технології та системи точної механіки»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Юрій КИРИЧУК.

(підпис)

(ініціали, прізвище)

«___» _____ 2020 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проект студенту

Кучеренко Юлії В'ячеславівні

1. Тема проєкту «Система вимірювання тепла для житлового будинку», керівник проєкту Гришанова Ірина Аркадіївна, к.т.н., затверджені наказом по університету від «___» _____ 20__ р. № _____

2. Строк подання студентом проєкту _____

3. Вихідні дані до проєкту

Діаметр подаючого і зворотнього трубопроводів на вводі тепломережі 150 мм. Діаметр підживлюючого трубопроводу 40 мм. На подаючому трубопроводі після засувки є пряма ділянка довжиною 3.5 м. Система теплопостачання працює за температурним графіком 150/70 °С. Опалювальні прилади – радіатори.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік завдань, які потрібно розробити) Вступ. Огляд і аналіз існуючих систем вимірювання тепла для житлових будинків, включаючи зокрема оцінку приладів обліку теплової енергії. Розробка схеми системи вимірювання тепла для житлового будинку. Проектний розрахунок системи з вибором необхідного обладнання. Розробка системи дистанційного збору даних по тепловій енергії, включаючи аналіз існуючих систем і розробку алгоритму обробки інформації. Розробка рекомендацій щодо побудови автоматизованої системи комерційного обліку, регулювання і диспетчеризації споживання енергоресурсів. Висновки. Список використаних джерел

5. Перелік (ілюстративного) графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслеників, плакатів, тощо)

5.1Схема системи вимірювання тепла для житлового будинку – 1арк.ф.А1

5.2Схеми системи диспетчеризації+алгоритм обробки даних – 2 арк. ф.А1

5.3 Збіркове креслення вузла теплового обліку – 1 арк.ф.А1

6. Консультанти розділів проєкту*

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Технологічний			
Антонюк В. С.			

7. Дата видачі завдання 01.05.2020

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проєкту	Строк виконання етапів проєкту	Примітка
1.	Огляд і аналіз аналогів	12.03-01.04.2020	
2.	Розробка схеми системи вимірювання тепла	01.04-10.04.2020	
3.	Підбір обладнання і виконання розрахунків	11.04-21.04.2020	
4.	Розробка системи дистанційного збору даних	22.04-01.05.2020	
5.	Розробка рекомендацій	02.05-12.05.2020	
6.	Виконання технологічного розділу	13.05-18.05.2020	
7.	Підготовка КД	01.05-22.05.2020	
8.	Підготовка ПЗ	18.05-22.05.2020	

Студент

(підпис)

Юлія КУЧЕРЕНКО

(ініціали, прізвище)

Керівник проєкту

(підпис)

Ірина ГРИШАНОВА

(ініціали, прізвище)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ

**«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Приладобудівний факультет

Кафедра Приладобудування

До захисту допущено:

Завідувач кафедри

_____ Юрій КИРИЧУК

«__» _____ 20__ р.

Дипломний проєкт

на здобуття ступеня бакалавра

**за освітньо-професійною програмою «Комп'ютерно-інтегровані
технології та системи точної механіки»**

**спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані
технології»**

на тему: «Система вимірювання тепла для житлового будинку»

Виконала:

студентка IV курсу, групи ПМ-61

Кучеренко Юлія В'ячеславівна _____

Керівник:

Доцент, к.т.н.

Гришанова Ірина Аркадіївна _____

Консультант з технологічного розділу:

Професор, д.т.н.

Антонюк Віктор Степанович _____

Рецензент:

Доцент, к.т.н.

Шевченко Вадим Володимирович _____

Засвідчую, що у цьому дипломному проєкті
немає запозичень з праць інших авторів без
відповідних посилань.

Студент (-ка) _____

Київ – 2020 року

РЕФЕРАТ

Дипломний проект бакалавра на тему «Система вимірювання тепла для житлового будинку»: с. 57, рис. 10, табл. 2, 1 додаток, 8 джерел.

У дипломному проєкті розглядається система вимірювання тепла для багатоповерхового будинку, зокрема параметри елементів системи, принципи та методи вимірювання, питання реалізації, застосування дистанційного обліку, алгоритм обробки вимірянних даних. Розраховується проєкт системи, наводяться схеми вимірювання тепла, схеми та алгоритми обробки отриманих показників лічильника.

ABSTRACT

Diploma project of the bachelor on the theme " Heat measurement system for multi-story building": p. 57, Fig. 10, Tab. 2, 8 source, 1 application.

The diploma project considers the system of heat measurement for a multi-story building, in particular the parameters of the system elements, principles and methods of measurement, the implementation issues, the use of remote metering, the algorithm for processing measured data. The design of the system is calculated, the schemes of heat measurement, schemes and algorithms of processing of the received indicators of the counter are resulted.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ ТА СКОРОЧЕНЬ	5
ВСТУП.....	6
1. ОГЛЯД І АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ ВИМІРЮВАННЯ ТЕПЛА У ЖИТЛОВИХ БАГАТОКВАРТИРНИХ БУДИНКІВ, ВКЛЮЧАЮЧИ ЗОКРЕМА ОЦІНКУ ПРИЛАДІВ ОБЛІКУ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ	7
1.1 Система вимірювання тепла будинковим лічильником	7
1.2 Система поквартирного вимірювання тепла.....	10
1.3 Система вимірювання при довільній конфігурації систем опалення	12
1.4 Оцінка приладів обліку теплової енергії.....	14
2 РОЗРОБКА СХЕМИ СИСТЕМИ ВИМІРЮВАННЯ ТЕПЛА ДЛЯ БАГАТОПОВЕРХОВОГО БУДИНКУ	17
2.1 Опис структури існуючих систем вимірювання тепла для багатоповерхового будинку	17
2.2 Опис вимірювального компонента системи обліку теплової енергії	18
2.3 Проектування вузла обліку тепла для багатоповерхового будинку	20
3 ПРОЕКТНИЙ РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ З ВИБОРОМ НЕОБХІДНОГО ОБЛАДНАННЯ	23
3.1 Вихідні дані для розрахунку.....	23
3.2 Розрахунок витратоміра теплоносія G_1	26
3.3 Вибір витратоміра	29
3.4 Вибір термоперетворювачів	29
3.5 Вибір вимірювального модуля	30
3.6 Вибір водолічильника на підживлення системи опалення.....	31
4 РОЗРОБКА СИСТЕМИ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗБОРУ ДАНИХ ПО ТЕПЛОВІЙ ЕНЕРГІЇ, ВКЛЮЧАЮЧИ АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ І РОЗРОБКУ АЛГОРИТМУ ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ.....	34
4.1 Аналіз існуючих систем.....	34
4.1.1 Бездротова система моніторингу і локального управління віддаленими об'єктами на основі модемів ОВЕН ПМ01	34
4.1.2 Система контролю віддалених об'єктів з можливістю ініціативного виходу на зв'язок	35

					ДП ПМ6108.00.000 ПЗ		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.	Кучеренко Ю.В.				Система вимірювання тепла для житлового будинку	Лит.	Лист
Провер.							3
Реценз.						Листов	
Н. Контр.						57	
Утверд.	Гришанова І.А.					4 курс, ПБФ	

4.1.3 Система безперервного контролю віддаленими об'єктами з можливістю оперативного диспетчерського управління.....	37
4.2 Розробка схеми системи дистанційного збору даних (диспетчеризації)	38
4.3 Розробка алгоритму обробки інформації	39
5 РОЗРОБКА РЕКОМЕНДАЦІЙ ЩОДО ПОБУДОВИ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КОМЕРЦІЙНОГО ОБЛІКУ, РЕГУЛЮВАННЯ І ДИСПЕТЧЕРИЗАЦІЇ СПОЖИВАННЯ ЕНЕРГОРЕСУРСІВ.....	41
6 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	50
6.1 Опис вибраного приладу.....	50
6.2 Побудова схеми складального складу	50
6.3 Побудова технологічної схеми складання	51
6.4 Оцінка технологічності приладу.....	51
6.5 Розрахунок розмірного ланцюга	53
6.6 Розробка технологічного процесу складання приладу	55
ВИСНОВКИ.....	56
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	57

					ДП ПМ6108.00.000 ПЗ	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ ТА СКОРОЧЕНЬ

Q – теплота, кількість теплоти;

S – площа;

t – температура;

q – коефіцієнт тепловіддачі;

q_m - масова витрата;

h – ентальпія;

c – гранична теплоємність;

ρ - гранична густина води;

SCADA- Від англ. *Supervisory Control And Data Acquisition* — диспетчерське управління і збір даних;

M-Bus - Від англ. *Meter-Bus*— європейські стандарти на інтерфейс віддаленого зчитування показників газових та електричних лічильників.

					ДП ПМ6108.00.000 ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Системи обліку енергоресурсів набули актуальності через необхідність контролювати та зменшувати їх споживання у зв'язку з постійним підвищенням тарифів оплати. Серед інших заходів щодо зменшення потреби житлового будинку в кількості споживання тепла встановлення приладів обліку – один з найефективніших методів для зменшення споживання тепла.

Системи вимірювання тепла житлових приміщень можуть мати різну конфігурацію та різні методи диспетчеризації. Вибір залежить від потреб споживачів та конструкції будівлі.

Для дипломного проєкту була поставлена задача описати систему вимірювання тепла для багатоповерхового будинку, зокрема провести аналіз вже існуючих рішень вимірювання тепла та технологій передачі інформації від лічильника до споживача, провести проєктні розрахунки та розробити схеми вимірювання тепла та диспетчеризації.

					ДП ПМ6108.00.000 ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. ОГЛЯД І АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ ВИМІРЮВАННЯ ТЕПЛА У ЖИТЛОВИХ БАГАТОКВАРТИРНИХ БУДИНКІВ, ВКЛЮЧАЮЧИ ЗОКРЕМА ОЦІНКУ ПРИЛАДІВ ОБЛІКУ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ

Провівши огляд літературних, комерційних та законодавчих джерел інформації на тему опалення та обліку енергопостачання у багатоповерхові будинки, можна розділити системи обліку тепла на загальнобудинкові та поквартирні. Такий розподіл зумовлений особливостями проектування будівлі та схеми розведення та вибором споживачів за потребами.

1.1. Система вимірювання тепла будинковим лічильником

Якою б перспективною та раціональною не була б система поквартирного обліку більш доступний метод – це встановити на будинок загальний лічильник тепла. Саме таку систему для закритої системи опалення було обрано для проектного розрахунку та розробки схеми системи дистанційного збору даних з лічильника у дипломному проєкті.

Будинкові або промислові теплові лічильники застосовують для установки на об'єктах виробництва і в багатоквартирних будинках. Найбільш застосовувані типи вимірювання для будинкових лічильників тепла: електромагнітні та ультразвукові. Основні відмінності будинкового лічильника від квартирної наступні:

- а) будинкові лічильники мають великі вимоги до надійності роботи і обсягом інформації, що зберігається;
- б) електроживлення не тільки від акумулятора, але і від мережі;
- в) будинкові лічильники мають поглиблений архів часових, добових і річних значень;

					ДП ПМ6108.00.000 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

г) розширений діапазон номінальних діаметрів, в тому числі великих;

Установка загальнобудинкових приладів обліку дозволить мешканцям багатоквартирних будинків:

- а) отримати об'єктивну інформацію в повному обсязі про фактичне споживання (комерційний облік) теплової енергії багатоквартирним будинком;
- б) контролювати ефективність вжитих заходів з теплозбереження на домовому обліку тепла;
- в) контролювати обсяг і параметри теплоносія, що зрештою допомагає заощадити кошти;

Елементами системи вимірювання теплової енергії загальнобудинковим лічильником є опалювальні прилади, трубопроводи, вузол обліку, який складається з теплолічильника, витратоміра, датчиків температури, запірної арматури (при обладнанні дротовими чи бездротовими системами диспетчеризації також додаються модулі, модеми тощо).

Система вимірювання тепла для будинку полягає у фіксації датчиками температури теплоносія на прямому (подача) та зворотному трубопроводах, вимірювання витрати теплоносія, що проходить через опалювальний прилад, витратоміром та обчислення електронним модулем величини теплової енергії (рис 1.1).

					ДП ПМ6108.00.000 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

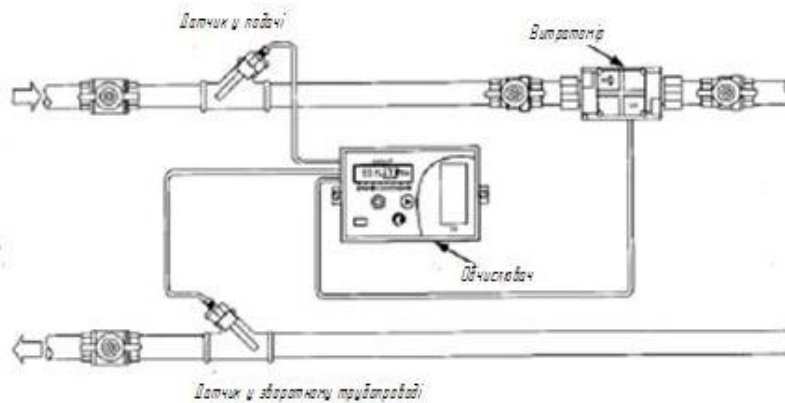


Рисунок 1.1 - Схема вимірювання величини теплової енергії

Відмінності системи із загальнобудинковим лічильником від системи з поквартирним обліком полягає у різних способах обчислення спожитого тепла. За показниками загальнобудинкового лічильника з урахуванням площі опалювального приміщення:

$$Q_i = Q_{\text{буд}} \times \frac{S_i}{S}, \quad (1.1)$$

де Q_i – кількість спожитого тепла окреим мешканцем, Дж;

$Q_{\text{буд}}$ – кількість теплової енергії, яку зафіксував загально-будинковий лічильник за певний час, Дж;

S_i – площа квартири, м^2 ;

S – площа всього будинку, м^2 . [1]

Якщо ж споживач має індивідуальний теплотічильник чи розподільник, то оплата нараховується за показниками спожитого тепла безпосередньо

					ДП ПМ61.08 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

споживачем. Варто зазначити, що у цьому випадку між споживачами все одно розподіляють «не баланс», тобто спожите тепло у загальних приміщеннях (коридори, під'їзди, підвальні приміщення тощо). З урахуванням цього недоліку у встановленні квартирних лічильників тепла більш раціональним є облік за загальнобудинковим лічильником тепла.

1.2. Система поквартирного вимірювання тепла

Поквартирний облік може бути реалізований за допомогою індивідуальних квартирних лічильників або розподільників в залежності від розведення системи опалення, до якої під'єднаний будинок. При вертикальній однотрубній та двотрубній системі розведення встановлення лічильників тепла передбачалось би на кожний трубопровід подачі в квартиру, що очевидно нераціонально та невигідно, тому використовують індивідуальні розподільники на кожному радіаторі або іншу систему обліку із схожим принципом дії, що полягає у вимірюванні різниці температур.

Принцип роботи лічильника тепла для квартири такий же, як і в будинковому: вимірювання витрати та температури теплоносія. Відмінність полягає в габаритних розмірах для трубопроводів меншого діаметру. Індивідуальний квартирний лічильник ефективний для контролю споживання, а отже і для заощадження коштів та енергоресурсів.

Також, зручним для користувача є можливість отримувати показники лічильника на свій персональний комп'ютер або смартфон, якщо встановити систему дистанційної передачі показників лічильника. І квартирний, і будинковий лічильник тепла може бути оснащений модулем M-Bus, також для передачі даних можливе використання мережевої технології LoRaWAN, яка базується на чипі Semtech LoRa PHY.[2]

Збір та обробку даних визначають як диспетчеризацію. Системи дистанційної передачі даних створюються на основі модульного принципу

					ДП ПМ6108.00.000 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

та передбачають до 500 індивідуальних приладів обліку в одному диспетчерському потоці. Для цього необхідні комунікаційний зв'язок між приладами обліку та пристроями споживача.

Таку роль виконують наступні прилади:

- а) Для запису даних з пристрої, які входять до мережі потрібен реєстратор даних;
- б) Для передачі даних на ПК або смартфон потрібен модем-маршрутизатор;
- в) Для надсилання повідомлень на електронну пошту потрібна система управління та сповіщень.
- г) Для створення та передачі звітів із даними приладів обліку потрібне програмне забезпечення.

При різноманітному асортименті систем, представлених різними фірмами, системи диспетчеризації мають типові схеми та принцип роботи. Питання дистанційної передачі даних розглянуто в Розділі 4.

У випадку, коли лічильник тепла для квартири не може бути ефективним рішенням вимірювання тепла, застосовують розподільники тепла.(рис 1.2).



Рисунок 1.2 - Прилад-розподільувач теплової енергії

Радіаторні розподільники вимірюють температуру радіатора та температуру повітря в кімнаті. Якщо розподільник рідинний, то спожите тепло визначається пропорційно до випаруваної рідини з трубочки, на яку передається температура радіатора. Якщо розподільник електронний, то

					ДП ПМ6108.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

температуру радіатора вимірює сенсор, а теплова енергія обчислюється як інтеграл за часом різниці температури радіатора та температури приміщення.[3]

Вимірювання розподільниками також передбачає дистанційну технологію передачі даних по радіоканалу. Результати вимірювання передаються по радіоканалу до концентратора, який знаходиться у під'їзді, потім надсилаються по GSM/GPRS каналу на сервер, на якому відбувається обробка даних для кінцевого результату вимірюної кількості тепла.

1.3. Система вимірювання при довільній конфігурації систем опалення

Дана система не є типовим рішенням для вимірювання тепла у багатоповерхових будинках, такий спосіб вимірювання розроблений к.т.н. Ю. К. Роскошевським та В. П. Штиленко. Система полягає в тому, теплота обчислюється в залежності від температурного напору та температур опалювального прилау та повітря у приміщенні. [4]

На рис.1.3.1 зображено елементи запропонованої системи, а саме: датчики температури повітря в приміщенні 4, стояки системи опалення 5 з подавальним 6 та зворотними 10 підводками, датчики температури теплоносія на вході 8 та на виході 11, опалювальний прилад 9, кабельне з'єднання 13, контролер 14; також на схемі показані приміщення 1,2, які

розділені перегородкою 3; подавальні та зворотні підводки, які з'єднані байпасами 12.

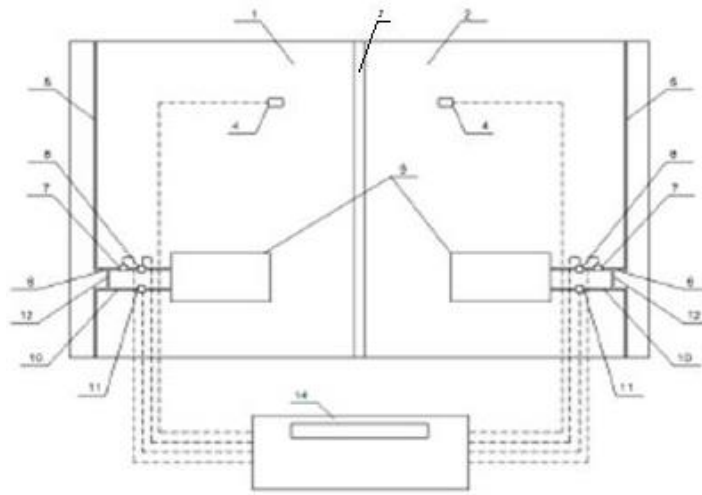


Рисунок 1.3.1 – Схема системи вимірювання теплової енергії

Контролер містить дані про тепловіддачу опалювального приладу, нормовану величину напору, кількість опалювальних приладів та на основі отриманої температури від датчиків обчислюється теплова енергія за наступними формулами:

$$Q = q_n n \beta \left[\frac{\left(\frac{t_{\text{ВХ}} + t_{\text{ВИХ}}}{2} - t_n \right)}{\Delta t_n} \right]^m, \quad (1.3.1)$$

Де Q – кількість теплоти, Дж;

q_n – коефіцієнт тепловіддачі опалювального приладу n , Вт/К·м²;

Δt_n – нормована величина температурного напору, °С;

n – кількість опалювальних приладів;

β – коефіцієнт, який враховує схему розміщення опалювальних приладів;

					ДП ПМ6108.00.000 ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$t_{\text{вх}}$ - температура теплоносія на вході до опалювального приладу, °С;

$t_{\text{вих}}$ - температура теплоносія на виході з опалювального приладу, °С;

t_n - температура повітря в приміщенні, °С.

$$\Delta t_n = \frac{(t_{\text{вх}} + t_{\text{вих}})}{2 - t_n}, \quad (1.3.2)$$

Де Δt_n - нормована величина температурного напору, °С;

n - кількість опалювальних приладів;

β – коефіцієнт, який враховує схему розміщення опалювальних приладів;

$t_{\text{вх}}$ - температура теплоносія на вході до опалювального приладу, °С;

$t_{\text{вих}}$ - температура теплоносія на виході з опалювального приладу, °С;

Запропонована система має переваги у своїй універсальності відносно конструкції будівлі та автоматичного обліку спожитого тепла.

1.4. Оцінка приладів обліку теплової енергії

У відомих системах вимірювання тепла у житлових будинках для обліку теплової енергії застосовуються теплові лічильники. Основними конструктивними елементами теплового лічильника є: обчислювач теплової

енергії, первинний перетворювач витрати (витратомір), давачі температури (термометри опору) та давачі тиску.

За принципом дії витратоміра, на основі якого сконструйований лічильник тепла розрізняють такі види: лічильники зі змінним перепадом тиску, тахометричні, вихрові, електромагнітні та ультразвукові лічильники. Найбільш поширені теплові лічильники для вимірювання теплової енергії у багатоповерхових будинках механічні, ультразвукові та електромагнітні. Принцип роботи ультразвукових витратомірів полягає в поширенні акустичних коливань за рухом потоку та проти руху потоку та визначенні затримки часу в переміщенні коливань, який пропорційний швидкості та витраті потоку рідини. Переваги таких витратомірів у високій швидкодії та високій точності. Недоліком можна назвати обов'язкову наявність довгих прямих ділянок.

Механічні (тахометричні) витратоміри дозволяють визначити швидкість потоку чи його об'ємну витрату через частоту обертання рухомого елемента. Такі витратоміри не потребують довгих прямих ділянок до і після приладу, проте їх використовують рідше через невеликий динамічний діапазон вимірювання витрати.

Електромагнітні витратоміри обчислюють електрорушійну силу, яка пропорційна швидкості потоку та його витраті. Електрорушійна сила виникає коли електропровідна рідина протікає через електромагнітне поле. Теплові лічильники з електромагнітним витратоміром мають широкий динамічний діапазон вимірювання витрати, проте недоліком є те, що на

метрологічні характеристики впливають температура рідини та наявність в ній часточок, які можуть призвести до засмічення електродів.

Для трубопроводів великих діаметрів, наприклад встановлення загального лічильника на багатоповерховий будинок або для промислових підприємств, найбільш поширене застосування мають лічильники з

					ДП ПМ6108.00.000 ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ультразвуковим витратоміром. Для квартир чи невеликих приміщень зазвичай встановлюють механічні лічильники тепла. У загальному випадку діаметри витратомірів підбирають таким чином, щоб швидкість теплоносія у витратомірі не перевищувала (2..3) м/с.

2. РОЗРОБКА СХЕМИ СИСТЕМИ ВИМІРЮВАННЯ ТЕПЛА ДЛЯ БАГАТОПОВЕРХОВОГО БУДИНКУ

2.1. Опис структури існуючих систем вимірювання тепла для

багатоповерхового будинку					ДП ПМ6108.00.000 ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У більшості житлових будинків використаний колективний принцип підводу теплової енергії, при якому до локального споживача, що займає декілька кімнат, тепла енергія підводиться від декількох окремих вводів. Сьогодні узаконений метод визначення кількості спожитої теплової енергії на опалення локальних споживачів, зокрема квартир багатоквартирних житлових будинків, згідно з яким вимірюють кількість спожитого тепла $Q_{\text{кл}}$ колективним лічильником на вводі теплової мережі в будинок, визначають усереднене значення кількості тепла, що припадає на одиницю опалюваної площі, і розраховують кількість спожитої теплової енергії пропорційно до величини опалюваної площі приміщень споживача з урахуванням їхнього розміщення щодо захисних конструкцій будинків (біля торцевої стіни, над проїздом, на першому поверсі, на останньому поверсі тощо).

Можна виділити два підходи до структури вимірювальних систем і методик виконання вимірювань кількості теплоти: або будувати методику на базі вимірювальних систем, каналами яких є канали витрати, температури, тиску, а всі обчислення виробляє обчислювальний (або вимірювально-обчислювальний – термометри і витратоміри) компонент системи; або при створенні вимірювальних систем базуватися в каналах із застосуванням теплолічильників по ДСТУ EN 1434 «Теплолічильники».[5]

Різниця у каналах: простий канал з теплолічильником по EN 1434 (з нормованою похибкою і встановленим порядком її контролю) або прості

канали «вроздріб». В останньому випадку потрібно атестувати системне програмне забезпечення, що оперує з результатами вимірювань простих каналів. Вимірювальні компоненти каналів цих систем – багатоканальні теплолічильники, які встановлюють у вузлах обліку тепла та води будинка, у свою чергу вимірювальна система об'єднує вузли обліку групи будівель.

					ДП ПМ6108.00.000 ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаткові вимоги до теплотічильників – наявність спеціального програмного продукту для обслуговування системного інтерфейсу та доступність для періодичного коригування внутрішнього годинника теплотічильника для того, щоб у вимірювальній системі був єдиний однаковий час.

2.2. Опис вимірювального компонента системи обліку теплової енергії

Вузол обліку теплової енергії є комплексом пристроїв, які забезпечують вимірювання кількості теплової енергії, об'єму теплоносія, та виконують контроль і реєстрацію його параметрів. Вузол обліку включає в себе такі засоби вимірювання, як теплотічильник, теплообчислювач, пристрої індикації температури і тиску, перетворювачі витрати, тиску і температури, запірна арматура.

У відкритих та закритих системах теплопостачання на вузлі обліку теплової енергії та теплоносія визначаються:

1. Маса (об'єм) теплоносія, отриманого по трубопроводу подачі та поверненого по зворотному трубопроводу;
2. Маса (об'єм) теплоносія, отриманого по трубопроводі подачі і поверненого по зворотному трубопроводу за кожну годину;
3. Середньогодинна і середньодобова температура теплоносія в

прямому і зворотному трубопроводах вузла обліку;

4. Час роботи приладів вузла обліку;
5. Отримана теплова енергія.

Обчислення кількості теплової енергії виконується за формулою:

$$Q = q_{m1} \times (h_1 - h_2) + q_{m2} \times (h_1 - h_2) , \quad (2.2.1)$$

					ДП ПМ6108.00.000 ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Де q_{m1} – витрата на прямому трубопроводі, кг/с;
 q_{m2} – витрата на зворотному трубопроводі, кг/с;
 h_1 – ентальпія мережевої води на трубопроводі подачі;
 h_2 – ентальпія води на зворотному трубопроводі.

На рис.2.2.1 зображено структурну схему лічильника тепла.

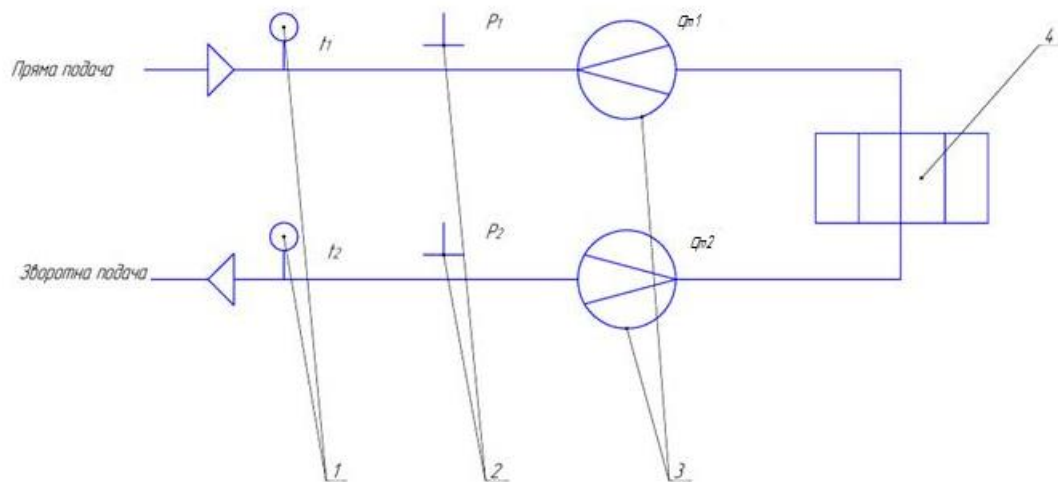


Рис. 2.2.1. Схема розміщення вимірювальних пристроїв: t_1 , t_2 – температура теплоносія в прямому трубопроводі (подача) та зворотному трубопроводі відповідно; P_1 , P_2 – тиск в прямому та зворотному трубопроводі теплової мережі на ввіді в будинок; q_{m1} , q_{m2} – витрати теплоносія в прямому та зворотному трубопроводах; 1 – перетворювач тиску; 2 – термометр опору; 3 – перетворювач витрати; 4 – система опалення.

2.3. Проектування вузла обліку тепла для багатоповерхового будинку

При проектуванні вузла обліку на об'єкті необхідно зробити всі необхідні виміри і уточнити параметри, які не вказані в технічних умовах.

					ДП ПМ6108.00.000 ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахункове значення витрати мережної води на опалення житлового будинку розраховують відповідно до ДБН В.2.5-39: 2008 «Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Теплові мережі» за формулою:

$$q_{0max} = \frac{3/6 \times Q_{0max}}{c \times (\tau_1 - \tau_2)} \times 10^{-3} , \quad (2.3.1)$$

де q_{0max} - розрахункова витрата мережної води на опалення житлового будинку, т / год;

Q_{0max} - теплове навантаження системи опалення житлового будинку, МВт;

c - питома теплоємність води, кДж / (кг · ° С);

τ_1 - температура води в трубопроводі, що подає теплової мережі при розрахунковій температурі навколишнього повітря, ° С;

τ_2 - температура води у зворотному трубопроводі теплової мережі при розрахунковій температурі навколишнього повітря, ° С.

При відсутності на об'єкті індивідуальної автоматичної системи регулювання теплоспоживання витрата мережної води на опалення житлового будинку повинна бути стабільною і відповідати розрахунковим значенням протягом усього опалювального періоду.

Згідно з «Правилами експлуатації теплових установок і мереж», вузли обліку теплової енергії в закритій системі теплопостачання, чия розрахункове теплове навантаження не перевищує 2,5 МВт, обладнуються теплолічильником з перетворювачем витрати на трубопроводі подачі і перетворювачами температури в подаючому і зворотному трубопроводах.

Додатковий перетворювач витрати на зворотному трубопроводі, який служить для контролю витоків теплоносія, встановлюється, якщо в теплопункті встановлена водонагрівна установка, або після приладів обліку прокладена підземна теплова мережа, або теплова мережа недоступна для постійного контролю.

Для комерційного обліку теплової енергії повинні використовуватися теплोलічильники, типи яких пройшли процедуру оцінки відповідності вимогам технічного регламенту засобів вимірювальної техніки (див. Закон України «Про метрологію та метрологічну діяльність»). Теплोलічильники, які отримали сертифікат відповідності засобів вимірювальної техніки затвердженому типу до вступу в силу постанови Кабінету міністрів України від 24 лютого 2016 р № 163 і випущені з виробництва протягом терміну дії, наведеного в вищезгаданому сертифікаті, можуть використовуватися при проєктуванні вузлів обліку теплової енергії.

При виборі типу встановлюваного лічильника теплової енергії необхідно врахувати наступні фактори.

Діапазон вимірювань температури теплоносія в подаючому та зворотному трубопроводах і діапазон різниці цих температур повинен відповідати діапазону зміни цих параметрів на об'єкті. Теплोलічильники випускаються для роботи з різними пристроями електроживлення, наявність і стабільність яких слід враховувати при виборі типорозміру:

а) автономне від акумулятора;

б) від джерела постійного струму напругою від 12 В до 42 В;

в) від мережі змінного струму напругою 220 В і частотою 50 Гц.

При виборі типорозміру лічильника теплової енергії по витраті слід керуватися не діаметром трубопроводу, а діапазоном зміни подачі теплоносія. Діапазон вимірювань витрати у обраного лічильника теплової енергії повинен бути таким, щоб значення витрати теплоносія на об'єкті

					ДП ПМ6108.00.000 ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

були якомога ближче до значення номінальної витрати, зазначеного в експлуатаційному документі на теплотічник. При цьому може виникнути необхідність зменшити діаметр трубопроводу, що підводить, по якому теплоносій надходить від теплової мережі до місця підключення будинкової системи опалення. Звуження трубопроводу слід виконати відповідно ДСТУ ГОСТ 17378-2003 (ІСО 3419-81) «Деталі трубопроводів безшовні приварні з вуглецевої і низьколегованої Сталі. Переходи. Конструкція (ІДТ) ».

Згідно з вимогами Технічного регламенту засобів вимірювальної техніки виробники теплотічників в експлуатаційних документах надають інструкції по монтажу і правильному застосуванню, а також вказують всі спеціальні умови застосування, зокрема, вимоги до прямих ділянок трубопроводу до і після вимірювального перетворювача витрати. Для коректності і правильності теплообліку важливо повністю дотримуватися рекомендацій виробника.

Втрата тиску на вимірювальному приладі через можливе звуження трубопроводу не повинна перевищувати допустимі межі. Слід врахувати, що найбільше місцеве опір і падіння тиску створюють крильчасті і турбінні перетворювачі витрати. Крім засобів обліку теплової енергії тепловий пункт повинен бути оснащений засобами вимірювальної техніки згідно з «Правилами технічної експлуатації теплових установок і мереж», затвердженим наказом Кабміну України від 14 лютого 2007 р № 71.

3. ПРОЕКТНИЙ РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ З ВИБОРОМ НЕОБХІДНОГО ОБЛАДНАННЯ

3.1. Вихідні дані для розрахунку

1. Характеристики об'єкта (визначаються по договірному навантаженню)

					ДП ПМ6108.00.000 ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Приєднання споживачів:

а) Опалення – по незалежній схемі;

б) Вентиляція відсутня;

в) Гарячий водопровід по двоступеневій змішаній схемі з циркуляцією з ізолюваними стояками;

3. Діаметр трубопроводу на подачі і зворотнього трубопроводу на ввіді тепломережі – $D_1 = D_2 = 150$ мм;

4. Діаметр підживлюючого трубопроводу $D_{пдж} = 40$ мм;

5. На трубопроводі подачі після засувки є пряма ділянка довжиною 3.5 м;

6. Система теплопостачання працює за температурним графіком 150/70 °С;

$t_{1л}$ – температура води в трубопроводі подачі тепломережі в неопалювальний період (прийнято $t_{1л} = 70$ °С);

$t_{2л}$ – температура води у зворотньому трубопроводі після водонагрівача ГВС 2-го ступіня в режимі циркуляції, прийнято $t_{2л} = 50$ °С;

7. Опалювальні прилади – радіатори.

Теплова енергія, яку отримують за період звіту, розраховується за формулою для незалежних систем:

$$Q = Q_i + Q_{ТП} + Q_{кор} + q_{п} \times (h_1 - h_{хв}) \times dT \times 10^{-3}, \quad (3.1.1)$$

Де Q_i - показник теплотічильника, Гкал;

$Q_{ТП}$ - теплові втрати від границь балансової належності до теплотічильника, Гкал;

$Q_{корр}$ - теплова енергія спожита в період коли теплотічильник не працював, Гкал;

$q_{\text{п}}$ – об’ємна витрата теплоносія у трубопроводі підживлення системи опалення, м³/год;

h_1 - гранична ентальпія теплоносія в трубопроводі подачі;

$h_{\text{хв}}$ - гранична ентальпія холодної води, яка використовується для підживлення систем теплопостачання на джерелі теплової енергії.

Показник теплолічильника розраховується за формулою:

$$Q_i = \int_{T_0}^{T_i} q_1 \times (h_1 - h_2) \times dT \times 10^{-3} \quad , \quad (3.1.2)$$

Де q_1 - об’ємна витрата теплоносія в трубопроводі подачі, м³/год;

h_1 - гранична ентальпія теплоносія в трубопроводі подачі;

h_2 - усереднена за період звіту ентальпія теплоносія у зворотному трубопроводі;

T_i, T_0 – час початку та кінця періоду звіту.

Ентальпія розраховується за формулою:

$$h = c \times \rho \times t_i \quad , \quad (3.1.3)$$

Де c – гранична теплоємність (константа = 10^{-3} Гкал/т \times °С);

ρ - гранична густина води (константа = 1, т/м³);

t – температура виміру, °С.

					ДП ПМ6108.00.000 ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На рис. 3.1.1 показана принципова схема розміщення точок вимірювання кількості теплової енергії та маси (об'єму) теплоносія.

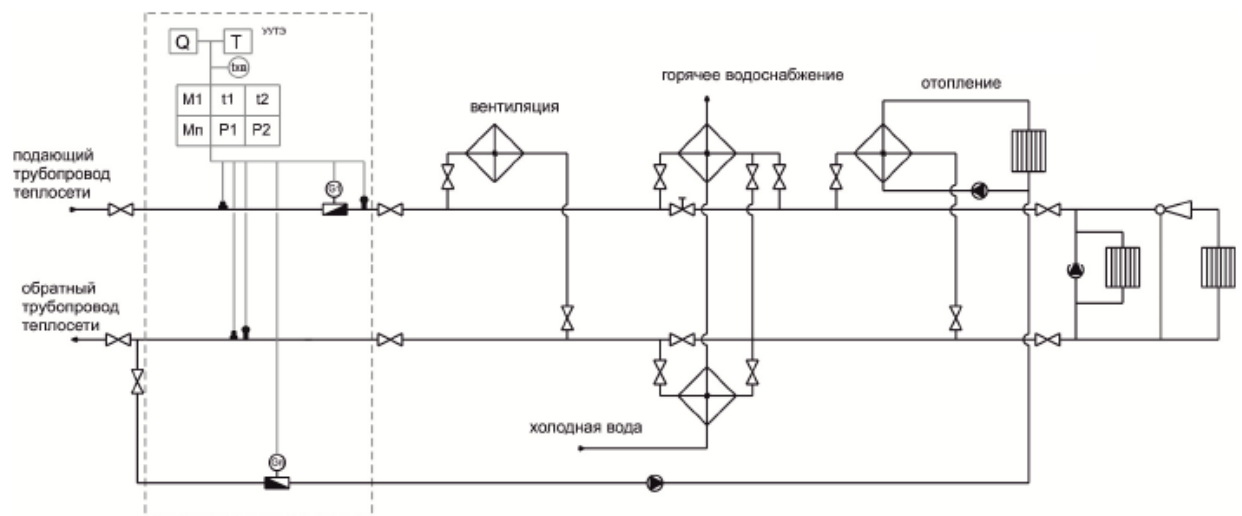


Рис. 3.1.1. Принципова схема точок вимірювання кількості теплової енергії та маси (об'єму) теплоносія

Задача розрахунку: вибрати витратомір G_1 ; термометри опору t_1, t_2 , водолічильник $q_{\text{п}}$.

Договірні навантаження:

- а) Сумарне договірне навантаження 3.7 Гкал/год, у тому числі:
- б) Максимум на опалення 2.6 Гкал/год;
- в) Середнє добове на гаряче водопостачання 1.10 Гкал/год;
- г) Максимальна витрата теплоносія 80 м³/год;
- д) Орієнтовне споживання за рік -15 570 Гкал;

3.2. Розрахунок витратоміра теплоносія G_1

					ДП ПМ6108.00.000 ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Формула для розрахунку має наступний вигляд:

$$G_1 = G_{оп} + G_{ГВС} , \quad (3.2.1)$$

Де $G_{оп}$ - витрата теплоносія на опалення, м³/год;

$G_{ГВС}$ - витрата теплоносія на підігрівачі гарячого водопостачання, м³/год;

Максимальна витрата теплоносія визначається:

$$G_{1max} = G_{оп} + G_{ГВСmax} , \quad (3.2.2)$$

Де $G_{оп}$ - витрата мережевої води на опалення, м³/год;

$G_{ГВСmax}$ - максимальна витрата теплоносія на підігрівачі гарячого водопостачання, м³/год.

Таблиця 3.2.1 - Розрахункові дані:

					ДП ДЛМ МБ 1008013ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Навантаження, Гкал/год	Гранична витрата мережевої води на 1 Гкал, м ³	Кількість, Гкал	Витрата G_1 , м ³ /год
Опалення незалежне	13.5	3.7	52.9
ГВС ср/доб	16.7	1.1	18.4
Максимальне	16.7	2.48	40.5
Мінімальне	16.7	0	
Всього max			93.4
Всього min			11.0

М

Максимальна витрата теплоносія розраховується за формулою:

$$G_{1\max} = G_{on} + G_{ГВС\text{ср}/\text{доб}} \times \kappa_q, \quad (3.2.3)$$

Де G_{on} - витрата теплоносія на опалення, м³/год;

$G_{ГВС\text{ср}/\text{доб}}$ – середня витрата теплоносія за добу, м³/год;

κ_q - коефіцієнт часової нерівномірності, приймають $\kappa_q = 2.2$.

Мінімальна витрата теплоносія приходить на літній період у нічні години, коли витрата теплоносія на опалення $G_{on} = 0$ і витрата гарячої води $G_{28} = 0$ і залишається лише підігрів циркуляційної системи води в системі ГВС.

Теплова енергія теплоносія, що циркулює в системі гарячого водопостачання визначається наступним чином:

$$Q_{\text{ц}} = 0.8 \times Q_{\text{ГВС}} \times \frac{K_{\text{ТП}}}{1+K_{\text{ТП}}} = 0.8 \times 1.1 \times \frac{0.25}{1+0.25} = 0.176 \text{ Гкал} \quad (3.2.4)$$

Де $Q_{\text{ГВС}}$ – загальна кількість теплоти у системі гарячого водопостачання, Гкал;

$K_{\text{ТП}}$ - коефіцієнт тепловтрат трубопроводами системи гарячого водопостачання (з довідкових матеріалів).

Мінімальна витрата теплоносія у системі гарячого водопостачання розраховується за наступною формулою:

$$G_{1\text{min}} = \frac{Q_{\text{ц}}}{(t_{1\text{л}} - t_{2\text{л}})c} = \frac{0.176}{(70-55) \times 10^{-3}} = 7.0 \text{ м}^3/\text{год} \quad (3.2.5)$$

Де $Q_{\text{ц}}$ – теплова енергія теплоносія, що циркулює у системі ГВС, Гкал;

$t_{1\text{л}}$ - температура води в трубопроводі подачі тепломережі в неопалювальний період (прийнято $t_{1\text{л}} = 70^\circ\text{C}$);

$t_{2\text{л}}$ - температура води у зворотньому трубопроводі після водонагрівача ГВС 2 го ступіня в режимі циркуляції, (прийнято $t_{2\text{л}} = 50^\circ\text{C}$).

ДП ПМ6108.00.000 ПЗ					Арк.
					28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

3.3. Вибір витратоміра

Вихідні дані:

- а) Система опалення – незалежна;
- б) Витрата максимальна взимку – $97.7 \text{ м}^3/\text{год}$;
- в) Витрата мінімальна влітку – $11.0 \text{ м}^3/\text{год}$;
- г) Витрата по обмеженню – $80.0 \text{ м}^3/\text{год}$.

Даним характеристикам відповідає ультразвуковий витратомір $d_y=100$ мм, з верхньою границею вимірювання $320.0 \text{ м}^3/\text{год}$, нижньою границею вимірювання $2.5 \text{ м}^3/\text{год}$.

3.4. Вибір термоперетворювачів

Для обліку вимірювання температури в складі теплолічильника використовуються комплекти із двох платинових термоперетворювачів опору з номінальною характеристикою 100п. Довжина термометра опору L залежить від діаметра трубопроводу і обирається відповідно до таблиці на рис. 1. Розміщення чутливого елемента варто розташовувати в зоні від 0.3 до 0.7 діаметра труби. У нашому випадку для трубопроводів $d_y=150$ мм обираємо термоперетворювачі довжиною 120 мм і висотою бобишки 40 мм.

					ДП ПМ6108.00.000 ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

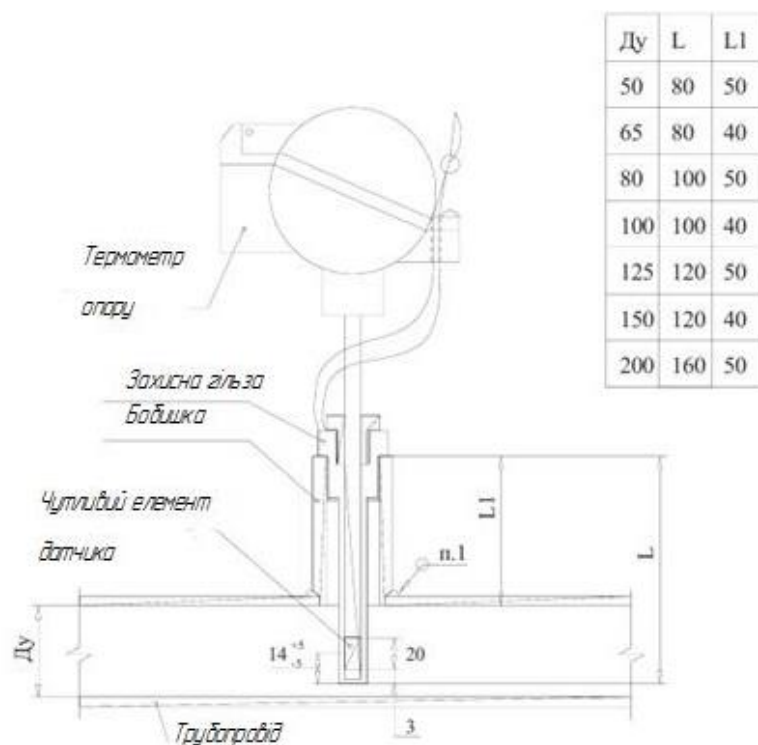


Рисунок 3.4.1 - Установка термоперетворювачів

3.5. Вибір вимірювального модуля

Витратоміри на об'єкті встановлюються у складі вимірювальних модулів. Модулі як правило виготовляються в стаціонарних умовах, у них гарантовано витримані прямі ділянки до та після витратоміра, дотримані стандартні відхилення конусів, виконані необхідні різьблення для манометрів, термометрів та спусковиків.

При виборі модуля варто додатково керуватись наступними положеннями:

- а) При максимальному розрахунковому навантаженні гідравлічний опір модуля не повинен перевищувати 0.5 м вод. ст.; швидкість потоку не більше 3 м/с; показники витратоміра відповідають 80-90% верхньої межі вимірювання;
- б) Якщо наявний напір води на об'єкті достатньо високий, варто вибрати подібний модуль з меншим діаметром витратоміра;
- в) Якщо наявний напір на об'єкті занижений, слід вибрати модуль, відповідний D_y трубопроводу подачі;
- г) При підвищеному діаметрі трубопроводу подачі ставиться модуль з двома конусами і прямими ділянками. Подальше зменшення D_y витратоміра слід підтверджувати гідравлічним розрахунком і узгоджувати з теплопостачальною організацією. При заниженому напорі в трубопроводах діаметр витратоміра дорівнює діаметру трубопроводу.

3.6. Вибір водолічильника на підживлення системи опалення

Облік кількості теплоносія, що йде на підживлення систем опалення, здійснюється за показаннями манометра, встановленого на лінії підживлення. Нормативна середня за годину величина підживлення становить 0,25% від ємності всієї системи, включаючи трубопроводи внутрішньо-квартирних систем опалення, які підключені до ЦТП будівель. Ємність системи визначається з таблиці 3.6.1.

					ДП ПМ6108.00.000 ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.6.1 - Питомий об'єм води для системи опалення

Місцеві системи опалення: а - м ³ на 1 Гкал / год розрахункової витрати теплової енергії				
Тип нагрівального приладу	95-70	105-70	120-70	150-70
Конвектори	8.5	6.5	3	-
Радіатори	18.0	15.3	-	-
Квартальні мережі опалення та вентиляції: b - м ³ на 1 Гкал / год розрахункової витрати теплової енергії				
	8.0	6.0	4.0	2.3

Ємність системи опалення V_c становить:

$$V_c = a \times Q_o + b \times (Q_o + Q_v) = 15.3 \times 2.6 + 6.0 \times 2.6 = 55.4 \text{ м}^3$$

Розрахункова середньо-годинна витрата підживлювальної води 0,25% від ємності системи:

$$G_{\text{розр ср}} = 0.0025 \times V_c = 0.0025 \times 55.4 = 0.14 \text{ м}^3/\text{год}$$

					ДП ПМ6108.00.000 ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Підживлення системи проводиться періодично при включенні

підживлювального насоса. Розрахункова продуктивність підживлювального насоса повинна складати 0,2 від V_c .

$$G_{\text{розр}} = 0.2 \times V_c = 0.2 \times 55.4 = 11.1 \text{ м}^3/\text{год}$$

Лічильник води на лінії підживлення підбирається по номінальній витраті підживлювального насоса.

Для обліку підживлювальної води на підживлювальних трубопроводах (лініях) повинен бути встановлений лічильник гарячої води, $d_y = 40\text{мм}$, $G_{\text{ном}} \geq 10 \text{ м}^3/\text{год}$, $T_{\text{роб}} \geq 70^\circ \text{C}$.

					ДП ПМ6108.00.000 ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. РОЗРОБКА СИСТЕМИ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗБОРУ ДАНИХ ПО ТЕПЛОВІЙ ЕНЕРГІЇ, ВКЛЮЧАЮЧИ АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ І РОЗРОБКУ АЛГОРИТМУ ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ

4.1. Аналіз існуючих систем

4.1.1 Бездротова система моніторингу і локального управління віддаленими об'єктами на основі модемів ОВЕН ПМ01

Система дозволяє обслуговувати системи комерційного обліку з мінімальними витратами. Дане рішення актуальне при запитах інерційних об'єктів, наприклад, таких як складські приміщення. Вимоги до системи:

- а) Моніторинг і локальне управління віддаленими об'єктами. Оперативне управління з диспетчерського пункту не потрібно, достатньо періодичного запиту стану об'єкта (1 раз на годину або рідше) з можливістю зміни параметрів, що відповідають за управління.
- б) У ролі носія даних вибирається GSM-мережу. З огляду на те, що запити об'єкта періодичні (з великим інтервалом), можна використовувати CSD-режим передачі даних.
- в) Немає необхідності в архіві – для контролю технологічного процесу достатньо періодичних запитів.
- г) На об'єктах немає пристроїв, що підтримують непоширені протоколи передачі даних.
- д) Програмне забезпечення раніше не було встановлено, тому вибір ПО не обмежений.

е) вартість системи повинна бути мінімальною.

					ДП ПМ6108.00.000 ПЗ		Арк.
							34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Для вирішення поставленого завдання на кожному об'єкті встановлюється достатня кількість модулів введення / виведення і (або) вимірювачів-регуляторів, які обладнані інтерфейсом RS-485 і підтримують

протокол Modbus. Регулятори використовуються в тому випадку, якщо необхідно здійснювати управління та індикацію безпосередньо на самому об'єкті. Через інтерфейс RS-485 прилади підключаються до GSM-модему ОВЕН ПМ01. Основні налаштування модему повинні бути: «відключене відлуння» і «автоматичний підйом трубки.

На диспетчерському пункті (ДП) встановлюється один модем ПМ01. Для того, щоб зменшити повний період запиту всіх об'єктів, слід використовувати більшу кількість модемів. У цьому випадку об'єкти будуть розподілені по групах - один модем на групу об'єктів.

На АРМ оператора інсталується Modbus OPC / DDE-сервер і будь-яка SCADA-система, що підтримує OPC-технологію. В OPC-сервері задаються всі необхідні налаштування за опитуванням об'єктів. У SCADA-системі налаштовується функція відображення необхідних вимірюваних параметрів. Використання пропонованого обладнання та програмного забезпечення дозволяє з мінімальними витратами і в найкоротші терміни організувати контроль віддалених об'єктів. Така система на основі модемів ПМ01 застосовується при створенні автоматизованих систем комерційного обліку енергоресурсів – теплोलічильників. З огляду на, що теплोलічильники мають вбудований архів, достатньо одного запиту на місяць при настанні терміну розрахунку з споживачами. При такому застосуванні кількість об'єктів для запитів (приладів) може досягати декількох тисяч.[6]

4.1.2 Система контролю віддалених об'єктів з можливістю ініціативного виходу на зв'язок

					ДП ПМ6108.00.000 ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Як правило, подібні завдання виникають при моніторингу /управлінні котельнями, управлінні індивідуальними тепловими пунктами і т.п.

Вимоги до системи:

- а) Запит до кожного об'єкта (до 100 шт.) достатньо проводити 1 раз на годину або рідше, а в критичній ситуації об'єкт повинен самостійно виходити на зв'язок з диспетчерським пунктом і повідомляти про аварійну ситуації, при цьому на екрані монітора оператора висвічується відповідне повідомлення.
- б) На об'єкті необхідно проводити управління незалежно від того, є зв'язок з ДП чи відсутній.
- в) Носієм даних вибирається GSM-канал в режимі CSD. Вибір режиму обумовлений найвищим пріоритетом над усіма іншими режимами (SMS, GPRS), тому в разі критичної ситуації передача повідомлення від об'єкта на ДП гарантована.
- г) Автоматика повинна вести архів основних технологічних параметрів і при необхідності передавати його на ДП.
- д) На об'єкті встановлено обладнання, інформацію від яких необхідно передавати на ДП.
- е) Програмне забезпечення, яке раніше не було встановлено, тому вибір ПО не обмежений.[6]

Для вирішення поставленого завдання на кожному об'єкті встановлюється необхідне обладнання: модулі введення / виведення і (або) вимірювачі-регулятори, оснащені інтерфейсом RS-485. Прилади можуть підтримувати будь-який з протоколів: Modbus, OWEN, DCON. До вільного послідовного порту контролера підключається модем ПМ01. Контролер налаштовується таким чином, щоб вести періодичні запити всіх підключених до нього модулів і архівувати необхідну інформацію. При вхідних викликах модем підключається і передає запитовану інформацію

					ДП ПМ6108.00.000 ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

на ДП. У разі аварійної ситуації ПЛК автоматично здійснює запит на ДП. На ДП встановлюються як мінімум два модема ПМ01 (рис. 3). Один призначений для постійного опитування віддалених об'єктів, інший – для

прийому виклику в разі аварійної ситуації. Як програмне забезпечення на ПК інсталюється Modbus OPC / DDE-сервер і будь-яка SCADA-система, що підтримує технології OPC DA і OPC HDA (для зчитування архівів).

У якості програмного забезпечення можна також використовувати SCADA-системи з підтримкою SoftLogic, наприклад: MasterSCADA або Ентек. Встановлені на об'єкті ПЛК повинні бути з встановленими системами виконання MasterPLC або En-Logic відповідно.

4.1.3. Система безперервного контролю віддаленими об'єктами з можливістю оперативного диспетчерського управління.

Подібні завдання виникають при побудові систем АСКОЕ в теплоенергетиці, в ЖКГ та ін. галузях промисловості. Вимоги до системи:

- а) Необхідно забезпечити опитування більшого числа об'єктів (понад 100 шт.) з безперервним контролем стану і можливістю оперативного управління з диспетчерського пункту.
- б) 100 шт.) з безперервним контролем стану і можливістю оперативного управління з диспетчерського пункту.
- в) GSM-мережа в режимі GPRS.
- г) На об'єктах необхідно вести архів даних і передавати його на ДП
- д) на запит.
- е) На об'єктах встановлено різне обладнання, зв'язок з яким здійснюється по непоширеним протоколам.
- ж) Програмне забезпечення необхідно встановити нове.

Рішення поставленого завдання частково схоже з попереднім типом рішення. На об'єкті також встановлюється необхідна кількість модулів введення / виведення і (або) локальних вимірювачів-регуляторів. Всі вони підключаються до ПЛК, який обладнаний достатнім числом інтерфейсів. До

ДП ПМ6108.00.000 ПЗ					Арк.
					37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

ПЛК підключається різне обладнання з нерозповсюдженими протоколами передачі даних і модем ПМ01. ПЛК за допомогою ПМ01 має вихід в

Інтернет та забезпечує зв'язок з ДП. Через організований канал зв'язку забезпечується безперервний обмін між об'єктом і ДП. Основною відмінністю від попереднього варіанту є те, що в поточному рішенні зручніше застосовувати контролери з попередньо встановленою SoftLogic системою, такий як MasterPLC (MasterSCADA) або En-Logic (Ентек).

На ДП встановлюється SCADA-система, відповідна системі виконання контролера (MasterSCADA або Ентек відповідно), і надається доступ в Інтернет. Усі налаштування контролерів і SCADA-системи здійснюються через середовище розробки самої SCADA-системи, що полегшує процес створення проєкту в цілому.

4.2. Розробка схеми системи дистанційного збору даних (диспетчеризації)

Після аналізу комерційних сайтів з продукцією, яка доступна в нашій країні, та типових рішень диспетчеризації можна сказати, що для розрахункової системи обліку тепла з загально-будинковим лічильником тепла оптимальним рішенням буде застосувати систему збору даних з використанням GSM/GPRS каналу зв'язку.

Системи збору і передачі даних на стандартизованих протоколах обміну даних, які включають:

- а) Прилади обліку енергоресурсів;
- б) Пристрої збору і передачі даних;
- в) Програмне забезпечення;

					ДП ПМ6108.00.000 ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Принцип роботи таких систем базується на тому, що при заміні одного компонента на аналогічний іншого виробника, система виконуватиме свої функції.

Система збору даних з використанням GSM/GPRS каналу зв'язку

полягає в тому, що на лічильник тепла встановлюється модуль M-Bus, через який здійснюється зв'язок через дротове з'єднання з GSM/GPRS модемом EVM-07s. Модем можна назвати смарт-пристроєм, який працює незалежно від серверів та програмного забезпечення. У результаті на FTP-сервер (File Transfer Protocol) надсилається файл формату *.csv із даними теплोलічильника. Цей файл можна переглянути через програмний пакет Microsoft Office. На рис. 4.2.1 показано складові цієї системи.[7]

Переваги цієї системи можна назвати:

- а) Будь який лічильник із стандартним інтерфейсом M-Bus працює в системі без додаткових налаштувань;
- б) Простота підключення лічильників (низький рівень напруги в мережі);
- в) Довжина лінії зв'язку між лічильником і модемом до 1000 м;
- г) Мінімальний об'єм трафіка, можливо використовувати контрактну SIM картку.
- д) Недоліками дротової системи збору даних є:
- е) Обмеження для ліній зв'язку, наприклад для лічильників, які встановлені в квартирі;
- ж) За рахунок можливості пошкодження ліній зв'язку, система менш надійна, ніж бездротова.



Счетчик



M - BUS

M-Bus модуль



Модем EVM-07s



Energy Portal



Отчеты

					ДП ПМ6108.00.000 ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Рисунок 4.2.1 - Складові системи збору даних з використанням
GSM/GPRS каналу зв'язку

4.3. Розробка алгоритму обробки інформації

Програмне забезпечення циклічно, послідовно надсилає запити приладам обліку через встановлені проміжки часу між циклами або по введеному розкладом. На одному сегменті мережі приладів обліку можуть перебувати прилади різних типів / марок і для обліку різного виду енергії, але з однаковим інтерфейсним виходом, за умови, що технологія інтерфейсу дозволяє об'єднувати в шину або мережу прилади обліку (RS-485, Ethernet, радіоканал і інші). Застосування комп'ютерних технологій дозволяє включити в систему обміну даними / командами будь-який прилад з електронним інтерфейсом і відкритим (виробником приладу) протоколом команд обміну. Програмна процедура обміну повинна починатися перевіркою відкриття порту і установкою необхідних для даного приладу обліку параметрів.

Отримуючи у цифровому вигляді дані від приладу обліку, комп'ютерний модуль автоматично передає ці дані в диспетчерський пункт чи віддаленому модулю по TCP Socket- з'єднанню. При відсутності зв'язку дані накопичуються в комп'ютерному модулі і при його відновленні передаються в диспетчерський пункт. Такий спосіб передачі показників дозволяє розподілити навантаження по організаціям каналу зв'язку між об'єктами, які обслуговуються. Підключений до локальної мережі або до мережі інтернет сервер диспетчерського пункту приймає на відкритий порт запит від комп'ютерного модуля на з'єднання і організовує окремий потік Socket-з'єднання для кожного об'єкта по прийому даних. Описаний

					ДП ПМ6108.00.000 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

алгоритм отримання показників лічильника дозволяє накопичувати показники лічильників і на їх основі нараховувати оплату відповідно до встановлених тарифів місцевих організацій. Такий спосіб обліку та обробки показників підвищує точність нарахування та оптимізує систему обліку спожитого тепла. Алгоритм зображений на додатку А.

5. РОЗРОБКА РЕКОМЕНДАЦІЙ ЩОДО ПОБУДОВИ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КОМЕРЦІЙНОГО ОБЛІКУ, РЕГУЛЮВАННЯ І ДИСПЕТЧЕРИЗАЦІЇ СПОЖИВАННЯ ЕНЕРГОРЕСУРСІВ

Автоматизована система диспетчеризації (АСД) призначена для здійснення ефективного автоматизованого обліку споживання енергоносіїв і контролю параметрів теплопостачання, а також вчасного формування необхідної інформації для вирішення економічних і технологічних завдань. Впровадження АСД дозволяє підвищити ефективність використання енергоресурсів, створює передумови для зменшення втрат на базі отриманої за допомогою АСД повної, достовірної інформації про споживання; а також дозволить зменшити витрати ручної праці на зняття показань приладів вузла обліку теплової енергії, їх обробку та аналіз результатів вимірювань.[8]

АСД потрібна для того, щоб:

- а) Забезпечити достовірність інформації, що збирається і підвищити якість роботи з абонентами за рахунок автоматизації збору і обробки даних приладів обліку.
- б) Контролювати кількість і якість енергоресурсів, що транспортуються до споживачів.
- в) Подати виміряні значення для здійснення взаєморозрахунків між постачальниками і споживачами.
- г) Виявити джерела неврахованих витрат і прихованих втрат.
- д) Контролювати ефективність реалізації енергозберігаючих заходів.

					ДП ПМ6108.00.000 ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

е) Створити інформаційну базу для здійснення взаєморозрахунків між постачальниками і споживачами комунальних ресурсів.

Об'єктами АСД є вузли обліку теплової енергії, гарячого водопостачання (ГВС), житлово-комунального господарства та ін.

АСД – це інформаційно-вимірювальна система, основу якої становить інформаційний центр, який здійснює: дистанційне зчитування інформації з приладів обліку; зберігання інформації, первинну аналітичну обробку; передачу інформації споживачам, в залежності від рівня доступу.

Взаємодія приладів обліку, засобів регулювання, споживачів і адміністраторів системи з ядром системи має здійснюватися виключно за допомогою мереж загального доступу (Internet).

Створювані АСД повинні відповідати сучасному рівню програмно-технічних засобів і відповідати наступним вимогам:

- а) повинні використовуватися сучасні мережеві технології для забезпечення надійного і швидкого зв'язку між частинами системи;
- б) система повинна бути проста і доступна для роботи персоналу;
- в) система повинна бути захищена від несанкціонованого доступу користувачів до програм і даних.

Розмежування доступу споживачів інформації та адміністраторів відбувається за допомогою присвоєння індивідуальних прав. Розрізняють такі рівні доступу:

- а) Абонентський - надається представникам служб, що експлуатують конкретний об'єкт (Голова ТСЖ, головний енергетик тощо.). Доступна інформація про фактичне споживання енергоносіїв виключно по об'єкту.
- б) Розширений абонентський - надається представникам служб, які експлуатують групи об'єктів (представник керуючої компанії) або здійснює керівництво роботою об'єктів (охорона здоров'я, освіта тощо.).

Доступна інформація про споживання енергоносіїв по всій групі об'єктів.

					ДП ПМ6108.00.000 ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- в) Повний абонентський - надається представникам органів місцевого самоврядування. Доступна інформація про споживання енергоносіїв на підконтрольній території.
- г) Повний - доступний при включенні АСД в інші системи збору інформації, в тому числі державні інформаційні (ГІС). Доступна інформація про споживанні енергоносіїв на всіх об'єктах АСД.
- д) Повний - надається організаціям, що здійснюють постачання енергоресурсу на об'єкти. Доступна інформація про споживання енергоносіїв на всіх об'єктах АСД на відповідних точках обліку.
- е) Сервісний - надається представникам служб, які здійснюють експлуатацію приладів обліку на об'єктах або групах об'єктів. Доступна інформація про фактичне споживання енергоносіїв по всіх об'єктах. Крім того, при такому рівні доступу можливе створення і опис точок обліку, створення та опис об'єктів і призначення прав абонентського доступу.
- ж) Адміністраторський - надається повний доступ до всієї інформації і до всіх налаштувань АСД. Надається тільки представникам організації, здійснює експлуатацію АСД.

Сертифікація АСД проводиться на рівні програмно-технічного комплексу, що включає елементи вузлів обліку (прилади обліку), засоби зв'язку і програмне забезпечення збору, обробки архівування та подання вимірювальної і діагностичної інформації з вузлів обліку.

У складі АСД повинні бути передбачені програмно-технічні засоби для аналітичної обробки вимірювальної інформації з метою формування оперативної і статистичної звітності по абонентах, планових та фактичних розрахунків споживання ресурсів, автоматичного розрахунку споживання об'єктом або групою об'єктів в разі несправності (тимчасової відсутності) приладу обліку за середнім значенням або по нормативному споживання тощо.

					ДП ПМ6108.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

Функціональна структура ядра АСД повинна складатися, як мінімум, з наступних підсистем:

- а) підсистем вимірювання параметрів теплоносія, і автоматизованого збору даних з приладів обліку;
- б) підсистема обробки вимірювальної інформації, ведення протоколів і архівування даних;
- в) підсистема формування звітів за даними приладів обліку для формування оперативної та зведеної звітності заданої форми з різною періодичністю (добу, місяць);
- г) підсистема відображення графічної інформації (стану об'єктів системи, поточних значень технологічних параметрів, подій, що відбуваються в системі;
- д) підсистема сигналізації про наявність в роботі вузлів обліку критичних ситуацій, спрацьовуванні сигнальних датчиків;
- е) підсистема аналітичних розрахунків.
- ж) Прилади обліку, що підключаються до АСД, повинні мати повний опис формату доступу до даних. Для доступу до архівів приладів обліку повинен використовуватися загальнодоступний протокол, опис якого знаходиться у вільному доступі.

Надійність АСД повинна бути забезпечена вибором і розробкою сукупності технічних, програмних засобів і регламентом їх обслуговування. Програмно-технічний комплекс повинен забезпечувати цілодобову і неперервну роботу протягом встановленого терміну служби. Припинення функціонування будь-якої з підсистем, що входять до складу АСД, не повинно призводити до припинення функціонування інших підсистем або системи в цілому. У разі виходу з ладу комутаційного сервера або каналів зв'язку повинен бути передбачений автоматичний режим отримання відсутніх даних від приладів обліку після відновлення роботи комп'ютера. Крім цього, повинна бути передбачена можливість безпосереднього

					ДП ПМ6108.00.000 ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

отримання даних від лічильників і витратомірів за допомогою переносних засобів для подальшої обробки АСД.

Для збереження інформації при відключенні і збою з живленням все серверне обладнання АСД має бути підключене до електричної мережі через джерела безперебійного живлення, які повинні забезпечувати автономну роботу АСД не менше 30 хв після зникнення мережевої напруги.

АСД повинні бути побудовані таким чином, щоб помилкові дії персоналу або відмови технічних засобів не приводили до ситуацій, небезпечним для життя і здоров'я людей. При монтажі, наладці і експлуатації технічних засобів повинні бути забезпечені безпечні умови роботи обслуговуючого персоналу відповідно до норм техніки безпеки. До всіх пристроїв повинен бути забезпечений вільний доступ уповноважених фахівців. У приміщеннях, призначених для експлуатації комплексів технічних засобів (КТС), повинні бути передбачені протипожежні заходи безпеки.

При всіх видах робіт з технічного обслуговування і ремонту КТЗ та його складових частин необхідно дотримуватись вимог і заходів щодо захисту мікросхем і напівпровідникових приладів від руйнівного впливу статичної електрики. Всі зовнішні частини системи, що знаходяться під напругою 220В відносно корпусу, повинні мати захист від випадкових дотиків.

У АСД повинні бути передбачені методи і засоби захисту інформації від несанкціонованого втручання в роботу на всіх рівнях її обробки, що порушує достовірність обліку за допомогою програмно-технічних засобів. Методи і засоби захисту повинні бути обумовлені в технічній документації на систему і реалізовані при її впровадженні. На всіх рівнях обробки інформації повинна бути передбачений захист паролем інформації від несанкціонованого зміни. Доступ на зміну завдань, ручне введення даних і директив повинен контролюватись системою. В системі необхідно організувати захист інформації від несанкціонованих дій оператора.

					ДП ПМ6108.00.000 ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Система повинна підтримувати категорії користувачів, що розрізняються рівнем доступу до тих чи інших функціональних можливостей системи.

Управління рівнем доступу користувачами і групами користувачів системи здійснюється адміністратором АСД з використанням засобів системи.

В АСД повинна забезпечуватися цілісність і збереження даних при відключенні електроживлення, при виході з ладу окремих комплексів і модулів, включаючи вихід з ладу вимірювального обладнання та каналів зв'язку. Для збереження інформації при аваріях має бути передбачено збереження і автоматичне оновлення на системному сервері такої інформації:

- а) завантажувальні модулі програмного забезпечення (операційні системи, базове та спеціальне програмне забезпечення);
- б) масиви реєстрованих параметрів.

Зазначена інформація повинна зберігатися на енергонезалежних пристроях пам'яті і відновлюватися після введення в робочий режим складових приладів системи. Після відновлення електроживлення повинна бути забезпечена процедура відновлення належного обсягу інформації по всій ієрархії АСД.

Підсистема збору даних в автоматичному режимі повинна забезпечувати виконання таких функцій:

- а) завантаження в ядро системи накопичених даних про фактичне споживання теплової енергії теплоносія, які потрібні для приладів комерційного обліку;
- б) синхронізацію часу всіх вузлів обліку, що входять до складу АСД;
- в) передачу отриманих даних в підсистему обробки вимірювальної

					ДП ПМ6108.00.000 ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

інформації із заданою періодичністю.

Підсистема обробки вимірювальної інформації, ведення протоколів і архівування даних повинна забезпечувати виконання таких функцій:

- а) контроль і оцінка зміни стану складових елементів системи;
- б) зберігання даних реального часу і історичних даних;
- в) виконання розрахунків.

Підсистема формування звітів за даними приладів обліку повинна забезпечувати виконання таких функцій:

- а) формування звітів у відповідності із заданими шаблонами;
- б) формування звітів на довільну дату за запитом користувача;
- в) формування звітів в автоматичному режимі (за розкладом).

Підсистема відображення графічної інформації повинна забезпечувати виконання наступних функцій:

- а) відображення стану приладів обліку і вузлів обліку в цілому у вигляді відповідних графічних символів;
- б) відображення поточних значень вимірюваних параметрів;
- в) швидкий доступ до отримання докладної інформації по кожному вузлу обліку з відображенням інформації на схемах вузлів обліку і в журналах подій (події приладів обліку та вузлів обліку в цілому);
- г) діагностика стану каналів зв'язку;
- д) додатково можливе подання даних в карті населених пунктів.

Підсистема сповіщення про наявність в роботі вузлів обліку критичних (аварійних) ситуацій повинна забезпечувати виконання наступних функцій:

- а) контроль стану об'єктів системи (вузлів обліку), в тому числі позаштатних ситуацій, що реєструються як приладами обліку, так і приладами реєстрації позаштатних ситуацій самого вузла обліку;
- б) розпізнавати всі позаштатні ситуації, що реєструються приладами обліку, підключеними до АСД. Крім того, АСД повинна забезпечувати

					ДП ПМ6108.00.000 ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

представлення інформації про споживання енергоресурсів з урахуванням реакції приладів обліку на виникнення нештатної ситуації;

- в) інформування представників організації, яка обслуговує вузол обліку енергоресурсів, і представників теплопостачальної організації про зареєстровану нештатну ситуацію і про передбачувану реакцію приладу обліку на нештатну ситуацію.

Інформування може проводитися за допомогою sms-повідомлення або по e-mail. Терміни інформування встановлюються при монтажі АСД, але не повинні перевищувати 24 годин з моменту реєстрації приладом обліку нештатної ситуації. Підсистема аналітичних розрахунків повинна виконувати наступні функції:

- а) автоматичний розрахунок планових обсягів споживання ресурсів, формування графіків споживання;
- б) автоматичний розрахунок споживання ресурсів об'єктом або групою об'єктів в разі несправності (тимчасової відсутності) приладу обліку по середньому значенню або по нормативному споживання;
- в) формування повного набору оперативної звітності по об'єктах, абонентів, результатами планових та фактичних розрахунків споживання.
- г) обмін інформацією з суміжними АСУ.

Для збору інформації з приладів обліку повинні служити спеціалізовані пристрої збору і передачі даних в комплексі з програмним забезпеченням. Пристрої збору і передачі даних повинні бути сертифіковані як засіб вимірювання, що застосовується з метою комерційного обліку. Передача даних приладів обліку повинна здійснюватися з використання мереж загального доступу. Доступ в Internet здійснюється по цифрових стільникових мереж стандарту GSM 900/1800 з використанням послуг CSD, SMS і GPRS або по дротових мережах Ethernet. Крім того, введення архівних даних можливий в ручному режимі через web-інтерфейс представником організації, яка експлуатує прилади обліку.

					ДП ПМ6108.00.000 ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Пристрої збору і передачі даних повинні забезпечувати:

- а) збір і зберігання поточної і архівної вимірювальної інформації, архіву подій обчислювача, а також повідомлень про стан сигналів від об'єкту, на якому встановлені прилади контролю та обліку;
- б) функцію єдиного часу системи;
- в) шифрування пакету переданої інформації;
- г) передача пакета інформації на верхній рівень системи відповідно заданого розкладу.

Ядром АСД повинні бути сервер зв'язку та описів, а також сервер(и) баз даних. Апаратна частина сервера(ів) зв'язку АСД є ЕОМ серверного виконання. Технічні характеристики серверів повинні вибиратися з урахуванням не менш як 20% резерву продуктивності. Для забезпечення більшої продуктивності і надійного захисту від втрати даних сервер баз даних повинен мати RAID-масив 5 рівня.

АСД повинна забезпечувати адекватне графічне представлення її об'єктів (вузлів обліку, теплових пунктів і т.д.). Система повинна відображати засобами людино-машинного інтерфейсу на робочому місці диспетчера:

- а) інформацію про поточні значення параметрів споживання ресурсів по кожному об'єкту або групи об'єктів;
- б) повідомлення про нештатні ситуації на об'єктах;
- в) додатково можливе подання інформації про розташування об'єктів
- г) системи (вузлів обліку, теплових пунктів) на карті міста по зонам і підзонам з сигналізацією стану об'єктів зони (підзони) і кожного об'єкта.

6. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

6.1. Опис вибраного приладу

Технологічний розділ розроблений для приладу обліку – лічильника і відповідно до проектно-конструкторського розділу ультразвуковий лічильник тепла. Габарити даного приладу: довжина 330 мм, ширина 180 мм, висота 250 мм. Прилад складається з 3 складальних одиниць: електронний блок, два п'єзоелектричних перетворювача.

6.2. Побудова схеми складального складу

На схемі зображено прямокутники, які позначають складальну одиницю чи деталь з номером, кількістю та назвою. Схема не ілюструє порядок збирання, але виконує роль комплектуючої карти.

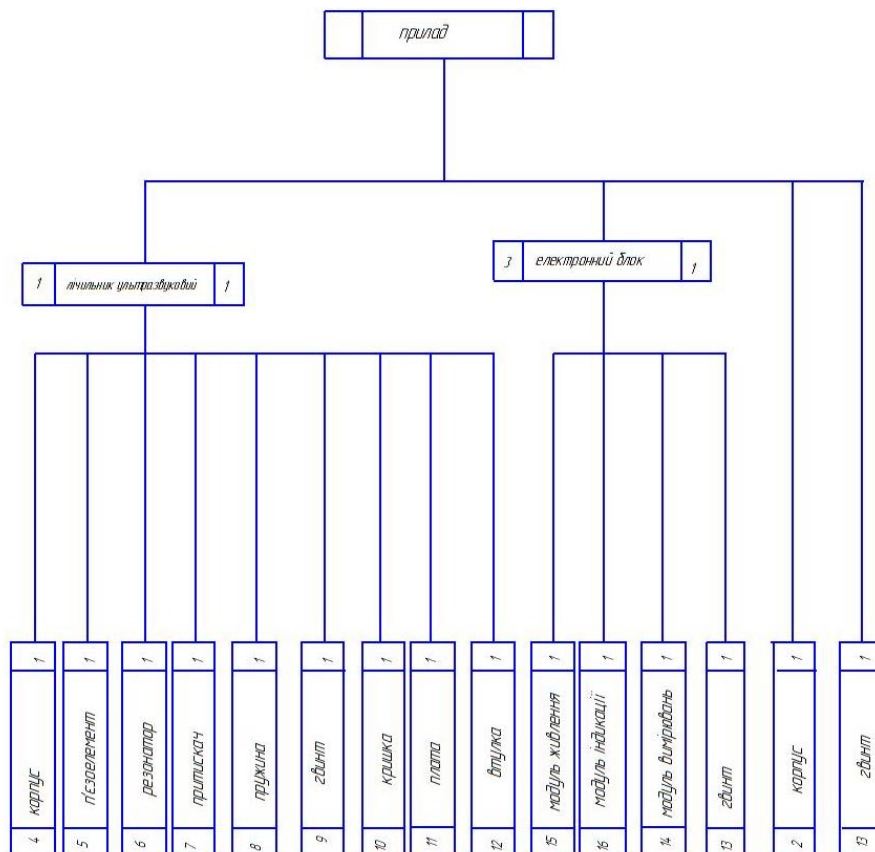


Рисунок 6.2.1 - Схема складального складу лічильника

6.3. Побудова технологічної схеми складання

					ДП ПМ6108.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

6.4. Оцінка технологічності приладу

$$T_{\epsilon} = \sum T_i \text{ ,} \quad (6.4.1)$$

де T_i – трудомісткість виготовлення та випробувань i -ї складової частини виробу в нормо-годинах.

Рівень технологічності конструкції по трудомісткості виготовлення $K_{p.т}$ обчислюється як відношення досягнутої трудомісткості виробу $T_v = 18$ нормо-годин до базового показника трудомісткості виготовлення $T_{б.в} = 21$ нормо-годин.

$$K_{p.т} = T_v / T_{б.в} = 0,85$$

Коефіцієнт уніфікації виробу

$$K_y = \frac{N_y + n_y}{N + n} = \frac{2 + 27}{3 + 38} = 0.7, \quad (6.4.2)$$

де $N_y = 2$ – кількість уніфікованих складальних одиниць;

$n_y = 27$ – кількість уніфікованих деталей;

$N = 3$ – кількість усіх складальних одиниць;

$n = 38$ – кількість усіх деталей

При $K_y < 0.25$, то технологічність виробу низька, при $0.25 < K_y < 0.6$ – задовільна, при $K_y > 0.5$ – добра. Для заданого приладу добра.

Коефіцієнт уніфікації складальних одиниць $K_{уск}$ обчислюється за відношенням кількості уніфікованих складальних одиниць до їхнього загального числа

$$K_{уск} = \frac{N_y}{N} = \frac{2}{3} = 0.69. \quad (6.4.3)$$

При $K_{у.с} < 0.2$, то технологічність виробу низька, при $0.2 < K_{у.с} < 0.4$ – задовільна, при $K_{у.с} > 0.4$ – добра. Для заданого приладу добра.

					ДП ПМ6108.00.000 ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Коефіцієнт уніфікації деталей $K_{уд}$

$$K_{уд} = \frac{n_y}{n} = \frac{27}{38} = 0.71, \quad (6.4.3)$$

При $K_{уд} < 0.3$, то технологічність виробу низька, при $0.3 < K_{уд} < 0.6$ – задовільна, при $K_{уд} > 0.6$ – добра. Для заданого приладу добра.

6.5. Розрахунок розмірного ланцюга

Конструкція повинна відповідати вимогам точності, яка забезпечується справедливим вибором принципової схеми, технологією виготовлення деталей, а також способом складання приладу

Нехай розмір який необхідно забезпечити - $A_{зам}$ (рис 6.5.1)

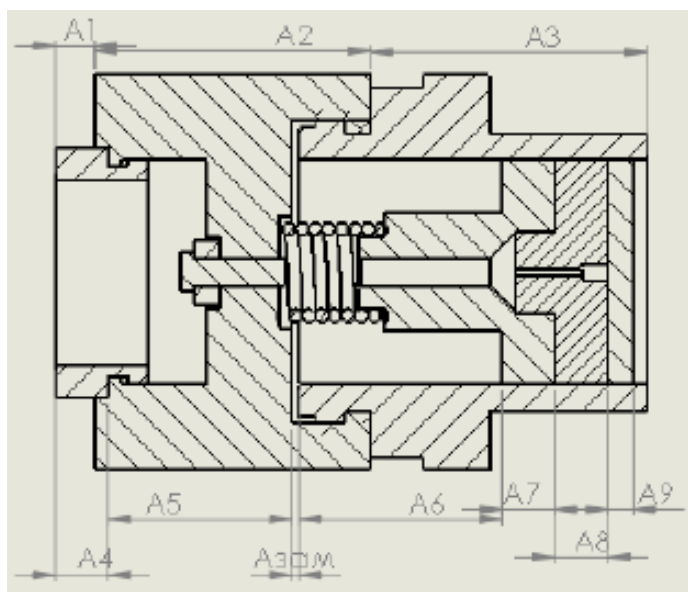


Рисунок 6.5.1 -Датчик витрати ультразвуковий

У таблиці 6.5.1 наведено номінальні значення ланок розмірного ланцюга та їх допустимі відхилення.

					ДП ПМ6108.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

Таблиця 6.5.1 – Номінальні значення ланок розмірного ланцюга та їх допустимі відхилення.

Ланка	Номінальний розмір, мм	Допуск, мм	Середина поля допуску, мм	Тип ланки
A1	3	$\pm 0,03$	0	Збільшуюча
A2	21	-0,1	-0,05	Збільшуюча
A3	21	+0,1	+0,05	Збільшуюча
A5	14	+0,05	+0,025	Зменшується
A6	15	+0,05	+0,025	Зменшується
A7	4	$\pm 0,003$	0	Зменшується
A8	4	$\pm 0,003$	0	зменшується
A9	2	$\pm 0,003$	0	зменшується

Розрахуємо номінальний розмір і допуск замикаючої посадки. Так як всі ланки паралельні, то номінальний розмір розраховується за формулою:

$$\Delta A = (3 + 21 + 21) - (14 + 4 + 15 + 4 + 4 + 2) = 2 \text{ мм} , \quad (6.5.1)$$

Розрахуємо допуск на розмір замикаючої ланки:

$$\delta_{\text{зам}} = \sum_{i=1}^3 |\delta_i| = 0,03 + 0,1 + 0,1 + 0,03 + 0,05 + 0,05 + 0,03 + 0,03 + 0,03 = 0,45 \text{ мм} , \quad (6.5.2)$$

Координата середини поля допуску замикаючої ланки обчислюються як:

$$K_{\text{зам}} = (0,015 - 0,05 + 0,05) - (0,015 + 0,025 + 0,025 + 0 + 0 + 0) = 0,05 \text{ мм} . \quad (6.5.3)$$

Верхнє та нижнє відхилення розміру замикаючої ланки:

$$BV_{\text{зам}} = K_{\text{зам}} + 0,5 \cdot \delta_{\text{зам}} = 0,55 \text{ мм}, \quad (6.5.4)$$

$$NB_{\text{зам}} = K_{\text{зам}} - 0,5 \cdot \delta_{\text{зам}} = -0,35 \text{ мм}, \quad (6.5.5)$$

Таким чином, при повній взаємозамінності замикаюча ланка має такий вигляд:

$$A_{\text{зам}} = \left(2^{+0,275}_{-0,175} \right)_{\text{мм}}$$

6.6. Розробка технологічного процесу складання приладу

До проєктування технологічного процесу складання належать визначення послідовності з'єднання деталей і складальних одиниць, вибір раціональних процесів і способів складання, регулювання і контроль виробу та складальних одиниць, вибір необхідного устаткування, робочих і вимірювальних інструментів та нормування операцій технологічного процесу.

При цьому треба передбачати всі заходи з забезпечення заданої програми випуску виробів, що повністю відповідають технічним вимогам, скорочення трудомісткості, тривалості циклу складання і зниження вартості виробу.

					ДП ПМ6108.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

ВИСНОВКИ

У дипломному проєкті розглянута система вимірювання тепла та система передачі інформації для багатоповерхового будинку, розроблені відповідні схеми, проведено проектний розрахунок із вибором необхідного обладнання. Система має особливості та відмінності для обраної конструкції будівлі, які полягають у розміщенні елементів системи у будинку, відповідно до яких проводиться розрахунок та вибір обладнання. Провівши аналіз існуючих систем дистанційного збору даних була обрана система збору даних з використанням GSM/GPRS каналу зв'язку, розроблено принципову схему системи та рекомендації щодо побудови автоматизованої системи комерційного обліку споживання енергоресурсів.

- [1] Аналіз основних способів обліку використання тепла індивідуальними споживачами / Наталія Заміщак, Ярослав Луцик // Вимірювальна техніка та метрологія : міжвід. наук.- техн. зб. / М-во освіти і науки України, Нац. ун-т «Львів. політехніка» ; відп. ред. Б. І. Стадник. – Львів : Вид-во Львів. політехніки, 2013. – С. 7-12.
- [2] Аналіз стандартів передачі інформації лічильників в системах обліку енергоресурсів / О. М. Галузінський, В. М. Зайцев // XI Науково-практична конференція студентів та аспірантів «Погляд у майбутнє приладобудування», 15-16 травня 2018 р., м. Київ, Україна : збірник статей. – Київ : Центр учбової літератури, 2018. – С. 501–504. – Бібліогр.: 6 назв
- [3] До питань обліку теплової енергії / Г. П. Трохимчук, С. О. Приступа // Перспективні технології та прилади. – 2015.- Вип.7. – С. 131-135.
- [4] Індивідуальне автоматичне регулювання та облік теплової енергії в системах водяного опалення / Ю. К. Росковшенко, к. т. н., В. П. Штиленко // Енергоефективність в будівництві та архітектурі. - 2013. - Вип. 4. - С. 238-243.
- [5] Системы измерения тепловой энергии – Режим доступа: [www.URL:https://www.c-o-k.ru/articles/sistemy-izmereniya-teplovoy-energii](https://www.c-o-k.ru/articles/sistemy-izmereniya-teplovoy-energii)
- [6] К вопросу о диспетчеризации / Андрей Ельцов // Автоматизация и производство. – 2011. – Вип. 1. – С. 29-31
- [7] Огляд сучасних рішень для збору інформації з лічильників тепла у багатоповерховому будинку/ Ю. В. Кучеренко // XIII Всеукраїнська науково-практична конференція студентів, аспірантів та молодих вчених «Погляд у майбутнє приладобудування», 13-14 травня 2020 р. – К.: ПБФ, КПІ ім. Ігоря Сікорського. – С. 350–353.
- [8] Устройство систем учета и регулирования тепловой энергии: Методический документ. Издание третье / Некоммерческое Партнерство «РОССИЙСКОЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ», 2013. – 200 С.

ДОДАТКИ

Додаток А

(обов'язковий)

